© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Stapfia 14 105 – 125 20. Mai 1985

ZUR PROBLEMATIK DER ZEIGERWERTE UND DEREN ANWENDUNG IN PFLANZENGESELLSCHAFTEN DER ALPINEN STUFE

von PAUL HEISELMAYER, SALZBURG

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Jede Vegetationstabelle spiegelt bestimmte ökologische Gradienten wieder, die je nach Anordnung der Aufnahmen eine Interpretation verschiedener ökologischer Parameter ermöglichen. Grundvoraussetzung ist die Kenntnis des ökologischen Verhaltens der einzelnen Arten bzw. Artengruppen, die sowohl auf der Erfahrung des Interpreten als auch auf exakt durchgeführten Messungen beruht. Mit der Erarbeitung eines numerischen Codes zur Charakterisierung des ökologischen Verhaltens der einzelnen Pflanzen ergeben sich neue Möglichkeiten für bestimmte quantitative Aussagen unterschiedlicher Pflanzengemeinschaften. Sehr gut geeignet sind Gebiete mit klar erkennbaren ökologischen Hauptgradienten, sodaß die einzelnen numerischen Differenzierungen zur Bestätigung bestimmter Erfahrungswerte herangezogen werden können. Als Beispiel wurde die Silikatvegetation am Tappenkar in den Radstädter Tauern gewählt, da sich dank des Biotopreichtums verschiedene ökologische Parameter vergleichen lassen.

2. UNTERSUCHUNGSGEBIET

Das Tappenkar, im Hinteren Kleinarltal gelegen, erstreckt sich in N-S - Richtung bis zum Hauptkamm der Radstädter Tauern an der Grenze zum Lungau (Abb. 1). Der Talboden mit dem Tappenkarsee liegt in 1763 msm und wird in seinem nördlichen Teil von den markanten Dolomitgipfeln der unterostalpinen Decke umgeben. Der südliche Teil des Kares wird von den penninischen Schiefern des Tauernfensters gebildet mit häufigem Zutagetreten von Kalkphylliten. Die eher sanften glazial geprägten Formen gipfeln in der Glingspitze mit 2433 msm. Gerade die Trogschulter, viele Verebnungen und Kare sind der ideale Platz für das zahlreich vorhandene Weidevieh der seit Jahrhunderten hier bestehenden Almwirtschaft. Das Klima ist mäßig kontinental, und wird einerseits von Nordwestwetterlagen mit Regen und Schneefall (auch im Sommer) oder von Südwetterlagen, die bei klarem Himmel einen sehr kalten Südwestwind bringen, der in tieferen Lagen als Föhn erscheint, geprägt. Die Jahresmitteltemperatur beträgt (am Beispiel Obertauern, 1 740 msm) 3,2°C, der wärmste Monat ist der Juli mit einer Mitteltemperatur von 11,8°C. Die Jahresniederschläge sind sicherlich etwas höher als in Obertauern (1 604 mm), wobei das Maximum im Juli zu erwarten ist, mit Niederschlägen über 200 mm.

3. VEGETATION DER ALPINEN STUFE AUF SILIKAT (Abb. 1)

Über die Gliederung der Vegetation des Tappenkars wurde schon an anderer Stelle berichtet

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

(Heiselmayer 1982). Hier sollen anhand der Silikatvegetation die ökologischen Zeigerwerte diskutiert werden. Die Silikatvegetation ist mit wenigen Ausnahmen auf den mittleren und südlichen Teil des Kares mit metamorphem Gesteinsuntergrund beschränkt. Besonders die höheren Lagen an der Westseite des Kares zwischen Glingspitze und Schiereck sind von der alpinen Vegetation bedeckt. Neben dem Krummseggenrasen überwiegen schneereiche Biotope und Windkantengesellschaften.

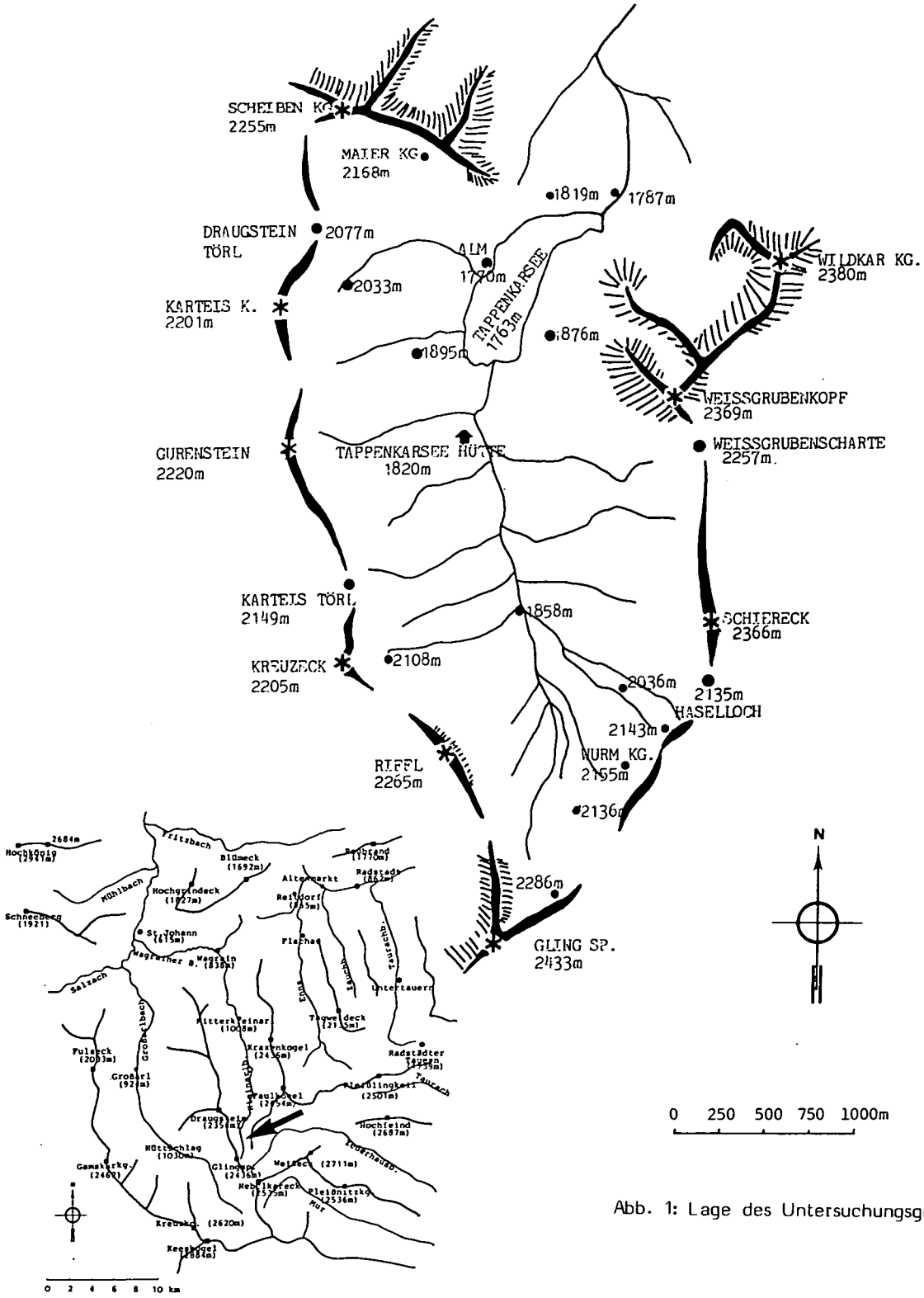


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

3.1. POLYTRICHETUM SEXANGULARIS (RÜBEL 1912) BR. - BL. 1926

Diese sehr extreme Schneebodengesellschaft ist durch die Dominanz des Widertonmooses (Polytrichum norvegicum) gekennzeichnet. Höhere Pflanzen treten nur sehr spärlich auf, so Cardamine alpina, Arenaria biflora, Gnaphalium supinum, Soldanella pusilla, Luzula alpino - pilosa und Deschampsia cespitosa. Standort: Außerordentlich kurze Aperzeit von nur ca. 2 bis 2,5 Monaten, Muldenlagen mit mäßiger Nordexposition, ständig gut durchfeuchtetes Substrat sowie häufige Beschattung und Windschutz tragen zu der nicht üppigen Vegetation bei. Solche extreme Schneeböden sind nur am Fuße der Glingspitze ausgebildet.

3.2. SALICETUM HERBACEAE (RÜBEL 1912) BRAUN 1913

Als weitere Schneebodengesellschaft tritt das Salicetum herbaceae auf, in dem die Krautweide Salix herbacea die dominierende Stellung übernimmt. Polytrichum norvegicum tritt zurück. Die Artengarnitur der höheren Pflanzen wird zwar nicht erweitert, wohl aber ihr Deckungswert und ihre Stetigkeit. Stärker vertreten sind z.B. Gnaphalium supinum, Tanacetum alpinum und Luzula alpino - pilosa. Standort: Die Ausaperung erfolgt meist Ende Juli, sodaß mit einer dreimonatigen Aperzeit gerechnet werden kann. Ständig durchfeuchteter Boden und häufige Beschattung führen auch in der Aperzeit zu einem ungünstigen Wasserhaushalt. Das Vorkommen im Bereich der Glingspitze beschränkt sich auf die Verebnungen und mäßig geneigten Nordhänge der kleinen Kare in 2 100 - 2 300 msm. Diese schneeliebenden Pflanzengesellschaften sind vergleichbar mit denen von Rübel 1912 beschriebenen und von Braun - Blanquet 1913 bzw. 1926 in mehrere Fazies aufgegliederten und zeigen gute Übereinstimmung. Bedingt durch die hier geringer mächtigen Vorkommen lassen sich keine Untergliederungen durchführen.

3.3. LUZULETUM ALPINO - PILOSAE LÜDI 1921

Diese Gesellschaft ist im Gebiet weit verbreitet und durch das hochstete und dominante Auftreten von Luzula alpino - pilosa gekennzeichnet. Auch Salix herbacea, Gnaphalium supinum, Tanacetum alpinum und Deschampsia cespitosa sind ständige Begleiter. Das Luzuletum alpino - pilosae kommt in zwei unterschiedlichen Ausbildungen vor:

LUZULETUM ALPINO - PILOSAE SALICETOSUM RETUSAE HEISELMAYER 82

LUZULETUM ALPINO - PILOSAE SALICETOSUM RETUSAE HEISELMAYER 82

Neben der schon oben als charakteristisch hervorgehobenen Artengruppe finden sich in dieser Gesellschaft eine große Anzahl von Basenzeigern. Salix retusa, Aster bellidiastrum, Silene acaulis und auch Salix reticulata sind unter ihnen die bedeutendsten. Sie geben der Gesellschaft ihr besonderes Gepräge. Reichliches Nährstoffangebot läßt auch Poa alpina, Phleum alpinum, Ranunculus montanus und Gentiana bavarica aufkommen. Die drei auftretenden Varianten sind: ein Pionierstadium ohne Soldanella pusilla und Tanacetum alpinum, aber mit Doronicum glaciale, Arabis soyeri, Saxifraga aizoides und Hut-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

chinsia alpina als Variante mit Saxifraga aizoides, eine typische Variante, zu deren Artengruppe auch Euphrasia minima, Juncus jacquinii und Festuca violacea (= F. picta) gehören, und eine Variante mit Nardus stricta, in der neben Nardus stricta auch Avenella flexuosa, Leontodon helveticus und Primula minima große Bedeutung haben.

LUZULETUM ALPINO - PILOSAE LÜDI 1921 SUBASS. TYPICUM

Im Gegensatz zu ersterer Ausbildung dominieren hier neben Luzula alpino - pilosa auch Soldanella pusilla und Deschampsia cespitosa. Anthoxantum alpinum, Potentilla aurea, Geum montanum, Ligusticum mutellina und Nardus stricta ersetzen die fehlende kalkliebende Vegetation. Eine typische Variante und eine verarmte Variante mit Deschampsia cespitosa können ausgeschieden werden, wobei letztere einen Übergang zwischen den beiden Subassoziationen darstellt. Standort: Diese schneeliebende Gesellschaft mit Aperzeiten von 3 - 4 Monaten findet ihre optimale Ausbildung an mäßig bis steil geneigten nordexponierten Hängen in Höhen zwischen 2 050 und 2 400 msm. Der geringe Strahlungsgenuß ist ein sehr wesentlicher Faktor dieses Standorts, aber auch gute Durchfeuchtung des Bodens und nicht zu starke Beweidung sind grundlegende Existenzbedingungen. Die Subass. mit Salix retusa stockt auf basenreichem Substrat (Kalkglimmerschiefer) insbesondere im Bereich der Riffl und des Schierecks, die typische Subassoziation auf saurem Gestein unter Bevorzugung der Nordhänge der Kare zwischen Glingspitze und Draugsteintörl. Als Luzuletum spadiceae schon von Lüdi 1921 und Braun-Blanquet 1926 beschrieben, zeigt die typische Subassoziation eine gute Übereinsstimmung sowohl in Hinsicht auf die Artengarnitur als auch auf den Standort. Eine Zuordnung zu den schneeliebenden Rasengesellschaften ist hier angebracht. Die Subassoziation mit Salix retusa könnte auf Grund ihrer zahlreichen Kalkschuttzeiger und dem offenen Vegetationstypus auch dem Verband des Drabion hoppeaneae Zollitsch 1966 zugeordnet werden.

3.4. CARICETUM CURVULAE BROCKMANN - JEROSCH 1907

Der Krummseggenrasen als Endglied der alpinen Rasenentwicklung auf Silikat zeigt zwei Ausbildungsformen: Die schneeliebende Subassoziation mit Primula glutinosa führt zum Luzuletum alpino-pilosae, während die schneemeidende Subassoziation mit Cetraria islandica zum Loiseleurietum überleitet.

CARICETUM CURVULAE TYPICUM (BROCKMANN - JEROSCH 1907) BR.-BL. 1926 (= PRIMULO - CURVULETUM (BROCKM. - JEROSCH 1907) OBERD. 1959)

Der Krummseggenrasen mit dem blauen Speik (Primula glutinosa) zeigt eine Dominanz von Carex curvula, Cetraria islandica und Primula minima. Als schneeliebende Primulacee ist diese stets neben Primula glutinosa zu finden. Andere schneeliebende Arten wie Gnaphalium supinum, Tanacetum alpinum und Luzula alpino - pilosa treten nur in abgeschwächter Form auf. Nardus stricta ist in einer Variante hochstet, fehlt aber der typischen Variante. Standort: Lange Schneebedeckung, mittelgründiger Boden und häufige Muldenlagen der alpinen Stufe ermöglichen die Ausbildung dieser Subassoziation. Die Schneebedeckung ist kürzer als beim Salicetum herbaceae. Im Untersuchungsgebiet tritt die Gesellschaft vor allem am Nordfuß der Glingspitze auf.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

CARICETUM CURVULAE CETRARIETOSUM BR.BL. 1926

Das massive Auftreten der windertragenden Arten wie Loiseleuria procumbens, Vaccinium uliginosum, Cetraria islandica, Cladonien und Avenochloa versicolor, sowie der Rückgang der schneeliebenden Arten und Weidezeiger, lassen die klare Abgrenzung gegenüber dem "Primulo - Curvuletum" zu. Als Bindeglied zwischen den beiden Subassoziationen fungiert die typische Variante. Krummseggenbestände mit den zusätzlichen Arten Phyteuma hemisphaericum, Pulsatilla alba, Vaccinium vitis - idaea und Hieracium alpinum werden in der Variante mit Loiseleuria procumbens zusammengefaßt. Standort: Diese flechtenreiche Subassoziation siedelt auf geneigten Hängen und in Kuppenlagen oberhalb 2 300 msm bei mäßiger Windexponiertheit und nicht zu geringer winterlicher Schneebedeckung. Die besiedelten Kuppen und Oberhänge weisen im Vergleich mit den Standorten des schneeliebenden Curvuletum besonders im Sommer ungünstigere Wasserverhältnisse auf. Doch obwohl der Boden sehr viel Wasser speichern kann, zählt dieser Standort dennoch zu den trockenen der alpinen silikatischen Rasen. Die Hauptverbreitung des flechtenreichen Curvuletum erstreckt sich von der Glingspitze über den breiten Rücken zum Haselloch und bis zur Höhe des Schierecks. Der Krummseggenrasen zeigt einen ökologischen Gradienten von langer Schneebedeckung und geschützter Lage hin zu kurzer Schneebedeckung und starker Windexponiertheit, der sich in den einzelnen Varianten niederschlägt. Die typische Subassoziation entspricht der Ausbildung des Caricetum curvulae nach Brockm. Jerosch 1907 bzw. des typischen Curvuletums nach Braun - Blanquet 1926 und beinhaltet die schneertragende Gesellschaft, die von Oberndorfer auch Primulo - Curvuletum genannt wurde. Die windexponierte flechtenreiche Ausbildung entspricht der Subass. cetrarietosum BR.-BL. 1926.

3.5. CETRARIO - LOISELEURIETUM (BR. - BL. 1926) PALLMANN ET HAFFTER 1933

An den extremen windexponierten Stellen wird der Krummseggenrasen in seiner Vitalität stark geschwächt, und weicht Pflanzengesellschaften mit angepaßteren und konkurrenzkräftigeren Elementen wie Loiseleuria procumbens. Auf diesen Standorten bedeckt die Gemsheide als dominante Art flächenmäßig den größten Teil des Untergrundes, während Arten mit Hauptverbreitung in Rasen- und Zwergstrauchgesellschaften, darunter Avenella flexuosa, Leontodon helveticus und Homogyne alpina an Bedeutung verlieren.

CETRARIO - LOISELEURIETUM (BR. - BL. 1926) PALLMANN ET HAFFTER 1953 SUBASS. TYPICUM

Diese typische Subassoziation des Cetrario - Loiseleurietum tritt in mehreren Varianten auf: In der Variante mit Carex curvula kommt neben der namengebenden Art auch Oreochloa disticha stark zum Tragen und kennzeichnet die Beziehung zum Caricetum curvulae. In der typischen Variante werden auch diese beiden Arten stark reduziert, sodaß neben Loiseleuria procumbens und einigen Flechten (Cetrarien, Cladonien) nur mehr Juncus trifidus und Avenochloa versicolor in nennenswerter Menge übrigbleiben. In etwas geschützteren

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

und tieferen Lagen können in einer Variante mit Vaccinium myrtillus sogar Zwergsträucher gedeihen, Cladonia cucullata, Cladonia nivalis und Avenochloa versicolor fehlen. Standort: Extreme Windexponiertheit, geringe Schneebedeckung, lange Aperzeit (10 Monate) und die Trockenheit der Kuppenlagen auf saurem Silikat bieten nur noch den sehr windharten Pflanzen annehmbare Existenzmöglichkeiten. Gegen winterliche Frosttrocknis sehr resistente Arten verdrängen immer mehr die auch sonst gut angepaßten Pflanzengruppen. Sogar der sommerliche Wind, der bei Schönwetterlagen rasch die angefeuchtete Luft wegführt, erfordert ausreichenden Transpirationsschutz.

CETRARIO - LOISELEURIETUM DRYADETOSUM HEISELMAYER 1982

Die Gesellschaft wird vor allem durch das massive Auftreten von basiphilen Arten charakterisiert: Dryas octopetala, Thymus praecox, Carex sempervirens, Festuca pumila, Silene acaulis und Salix retusa zählen dazu. Standort: Die Gesellschaft bevorzugt kalkreiches Substrat, insbesondere Dolomite, die vor allem auf kleinen Hügeln oberhalb der Tappenkarseealm zu finden sind. Die typische Ausbildung des Cetrario - Loiseleurietum entspricht dem Loiseleurietum cetrarietosum Braun - Blanquet 1926. Pallmann und Haffter 1933 weisen darauf hin, daß der Name der Gesellschaft besser Cetrario - Loiseleurietum heißen sollte. Auch die als Loiseleurio - Cetrarietum cladinetosum von Braun - Blanquet 1949 bezeichnete Gesellschaft ist hier einzuordnen. Die azidophile typische Subassoziation steht der basiphilen mit Dryas octopetala gegenüber, die sich sehr klar abgrenzen läßt.

4. DIE ZEIGERWERTE DER ALPINEN SILIKATGESELLSCHAFTEN

4.1. ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Seit Ellenberg 1951 für Unkrautgemeinschaften ökologische Zeigerwerte aufgestellt und deren Anwendung an Beispielen erläutert hat, sind eine ganze Reihe von Arbeiten darüber erschienen, die sich vor allem mit der Methode, einigen Anwendungsbeispielen und vor allem der listenmäßigen Erfassung der Zeigerwerte für die Gefäßpflanzen Mitteleuropas (Ellenberg 1974, 1979), der Schweiz (Landolt 1977) und Ungarns (Zolyómi 1967) befaßten. Für die Charakterisierung der vorher dargelegten Pflanzengesellschaften der alpinen Stufe werden ebenfalls ökologische Zeigerwerte herangezogen. Dabei soll die Verwendbarkeit und die Aussagekraft unter verschiedenen Aspekten geprüft werden. Sicherlich ist das Aufstellen und die Anwendung von Zeigerwerten mit vielen Problemen versehen, da sie ja primär der Erfahrung des Vegetationskundlers entspringen. Erst durch die genaue Kenntnis des ökologischen Verhaltens der einzelnen Pflanzen, insbesondere durch Untersuchungen in den letzten beiden Jahrzehnten, konnten die Zeigerwerte genauer präzisiert werden, worauf Ellenberg 1979 hinwies. Noch vorhandene Ungenauigkeiten bei der Beurteilung der Einzelpflanzen werden sicherlich bei der statistischen Erfassung von Vegetationsaufnahmen in der Größenordnung von Pflanzengesellschaften gering gehalten.

Weitere Probleme bei der Anwendung der Zeigerwerte stellen sich bei der Charakterisierung der Moose und Flechten ein, da es darüber keine gesammelten Darstellungen gibt und daher diese Pflanzengruppen bei dieser Arbeit keine Berücksichtigung finden können. Die Auffassungen von

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Landolt und von Ellenberg unterscheiden sich einerseits in der Abstufung der Werte (bei Landolt eine 5 - stellige Skala, bei Ellenberg eine 9 - stellige) und in der Auswahl der berücksichtigten Faktoren. So werden bei Ellenberg noch zusätzlich genauere Angaben über Wuchsformen und soziologische Bindungen angegeben. Beide Wertigkeitsskalen sind EDV tauglich, was ja ein großer Vorteil der zahlenmäßigen Erfassung ökologischer Eigenschaften ist. Zu den Ellenberg Zeigerwerten wurde von Spatz und seinen Mitarbeitern ein passendes EDV Programm vorgestellt. Leider war es aus organisatorischen Gründen nicht möglich, dieses Programm heranzuziehen. Im konkreten Fall wurden die Zeigerwerte aus Landolt übernommen, da hier die alpinen Arten ziemlich vollständig erfaßt sind und die Anwendung für diesen alpinen Lebensraum erleichtert wurde. Natürlich sind bei Verwendung dieser Zeigerwerte einige Vorbehalte anzumelden, da sich viele Arten in geographisch entfernten Gebieten anders verhalten, oder ökologisch - geographisch unterschiedliche Sippen bilden (Landolt 1977).

4.2. DIE EINZELNEN ZEIGERWERTE

Die 5 - stellige Skala nach Landolt zeigt eine graduelle Abstufung von 1 - 5 für die verschiedenen Parameter. Indifferentes Verhalten wird mit x gekennzeichnet. Einerseits werden edaphische Faktoren (pH - Wert, Nährstoffversorgung, Humusgehalt und Dispersität des Bodens), andererseits klimatische und hydrologische Faktoren (Feuchte, Licht, Temperatur und Kontinentalität) herangezogen.

FEUCHTEZAHL (F):	1: Pflanze auf sehr trockenem Boden
	2: Pflanze auf trockenem Boden
	3: Pflanze auf mäßig trockenem bis feuchtem Boden
	4: Pflanze auf feuchtem bis sehr feuchtem Boden
	5: Pflanze auf nassem Boden
REAKTIONSZAHL (R):	1: Pflanzen auf sehr sauren Böden
	2: Pflanzen auf sauren Böden
	3: Pflanzen auf schwach sauren Böden
	4: Pflanzen auf basenreichen Böden
	5: Pflanzen auf sehr basenreichen Böden
NÄHRSTOFFZAHL (N):	1: Pflanzen auf sehr nährstoffarmen Böden
	2: Pflanzen auf nährstoffarmen Böden
	3: Pflanze auf mäßig nährstoffarmen bis mäßig nährstoffreichen Böden
	4: Pflanzen auf nährstoffreichen Böden
	5: Pflanzen nur auf sehr nährstoffreichen Böden
HUMUSZAHL (H):	1: Pflanzen auf Rohböden (ohne Humusbedeckung)
	2: Pflanzen auf Böden mit geringer Humusbedeckung
	3: Pflanzen auf Böden mit mittlerem Humusgehalt
	4: Pflanzen auf humusreichen Böden
	5: Pflanzen auf sehr humusreichen Böden
DISPERSITÄTSZAHL (D):	1: Pflanzen auf Felsen, Felsblöcken
	2: Pflanzen auf mittlerem bis gröberem Schutt
	3: Pflanzen auf skelettreichen, gut durchlüfteten Böden
	4: Pflanzen auf skelettarmen Böden
	5: Pflanzen auf sehr feinerdereichen Böden
LICHTZAHL (L):	1: Pflanzen in sehr schattigen Lagen
	2: Pflanzen in schattigen Lagen
	3: Pflanzen im Halbschatten
	4: Pflanzen im Licht wachsend
	5: Pflanzen im vollen Licht wachsend
TEMPERATURZAHL (T):	1: Pflanzen der kühlen Orte (alpin)
	2: Pflanzen der mäßig kühlen Orte (subalpin)
	3: Pflanzen der mäßig kühlen bis mäßig warmen Orte (montan)
	4: Pflanzen der warmen Orte (collin)
	5: Pflanzen der sehr warmen Orte

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

KONTINENTALITÄTSZAHL (K):
1: Verbreitung im ozeanischen Klima
2: Verbreitung im subozeanischen Klima
3: Verbreitung außerhalb sehr kontinentaler Klimate
4: Verbreitung im kontinentalen Klima
5: Verbreitung nur im kontinentalen Klima.

4.3. ZUR METHODIK DER ANWENDUNG VON ZEIGERWERTEN

Der Ausgangspunkt jeder Zeigerwertberechnung in der Vegetationskunde ist die soziologische Aufnahme bzw. die tabellarisch angeordneten Pflanzengesellschaften. Zur ökologischen Charakterisierung der einzelnen Einheiten (Einzelaufnahme oder Gesellschaft) lassen sich mehrere Verfahren anwenden:

1: Es werden die einzelnen Arten bewertet (Präsenz), sodaß deren durchschnittlicher Zeigerwert eine rein "qualitative" Aussage ermöglicht (Spatz in Ellenberg 1979).
2. Es werden die Mengenverhältnisse unter Heranziehung des Deckungswertes berücksichtigt.
3. Es werden mengenmäßige Schwerpunkte durch Verwenden der Stetigkeit berücksichtigt (Ellenberg 1978).

Im vorliegenden Fall sollen die beiden letztgenannten Möglichkeiten als "quantitative" Erfassung der Zeigerwerte genauer untersucht und miteinander auf ihren Aussagewert geprüft werden.

Berechnung der Werte aus den Deckungswerten

Bei dieser Art der Auswertung wurde nach Landolt vorgegangen. Dabei werden die einzelnen Deckungswerte nach folgender Codierung mit den Zeigerwerten multipliziert (siehe Landolt 1977): +: 1x 1: 2x 2: 3x 3: 4x 4: 5x 5: 6x.

Anschließend wird der Quotient aus der Summe dieser Produkte und des codierten Deckungswertes gebildet, der dann den mittleren Zeigerwert ergibt. Die Zeigerwerte der einzelnen Aufnahmen werden anschließend zu Gesellschaftszeigerwerten gemittelt.

$$\frac{\Sigma \text{ Zeigerwert x codierte Deckung}}{\Sigma \text{ codierte Deckung}} = \text{Zeigerwert der Aufnahme}$$

Berechnung der Werte aus den Stetigkeiten

Bei der Anwendung der Stetigkeit wird das Produkt aus der Stetigkeitszahl und dem Zeigerwert für jede Art gebildet, und danach der Quotient aus der Summe der Zeigerwerte und der Stetigkeiten ermittelt (Ellenberg 1978).

$$\frac{\Sigma \text{ Zeigerwert x Stetigkeit}}{\Sigma \text{ Stetigkeit}} = \text{Zeigerwert der Gesellschaft}$$

4.4. ERGEBNISSE

Zeigerwerte der Einzelaufnahmen

Für alle Aufnahmen wurden die Zeigerwerte der 8 verschiedenen Faktoren berechnet und in ein Blockdiagramm übertragen. Aus Platzgründen wurden nur die Diagramme der Reaktionszahl und der Kontinentalitätszahl herangezogen (Abb. 2).

Abb. 2: Zeigerwerte der Einzelaufnahmen.

Die Zahlen über den Blockgruppen sind die Nummern der Varianten (siehe Abb. 3). Die waagrechten strichlierten Linien entsprechen den einzelnen Variantenmittelwerten. Ordinate: Zeigerwert. Abszisse: Aufnahmenummern.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

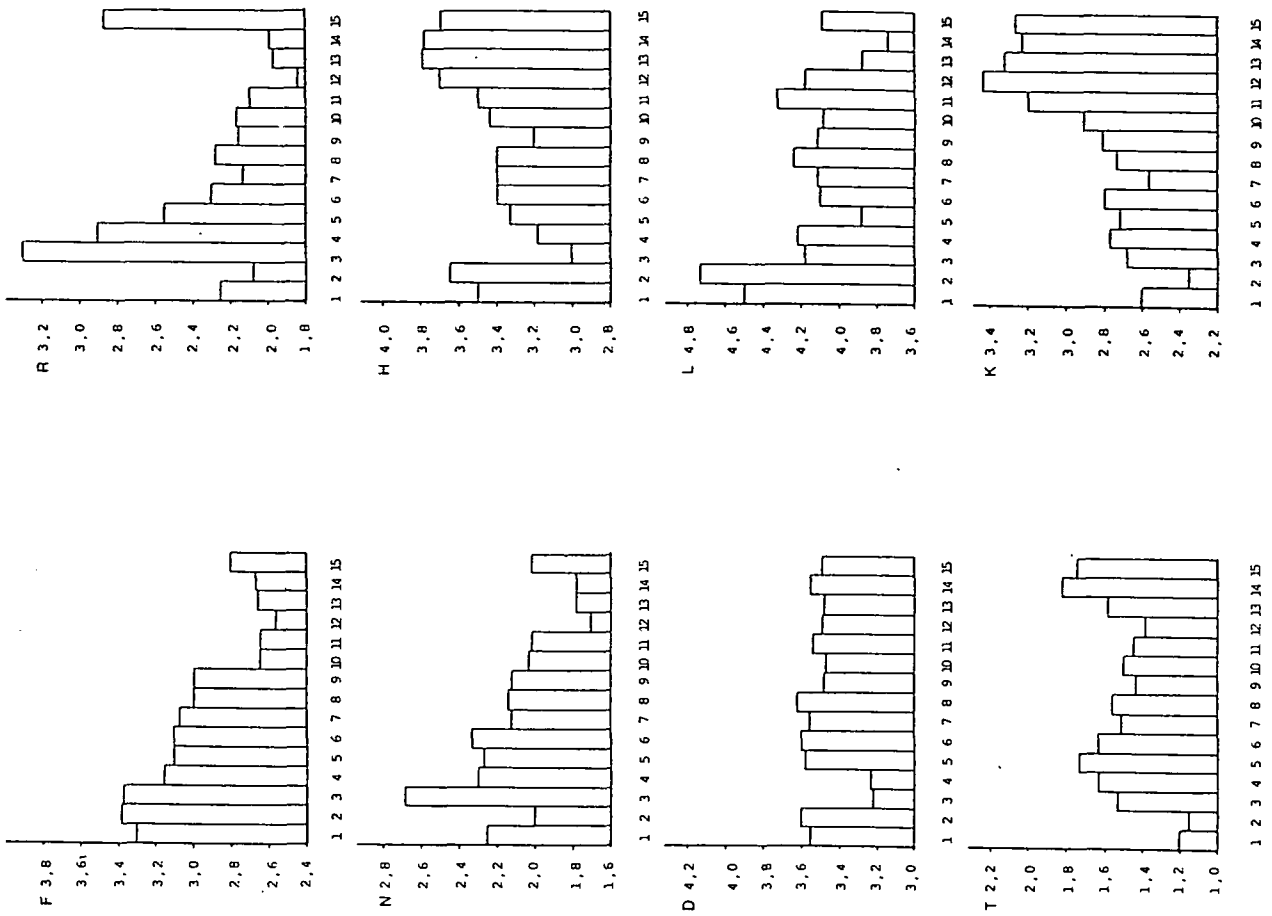


Abb. 3

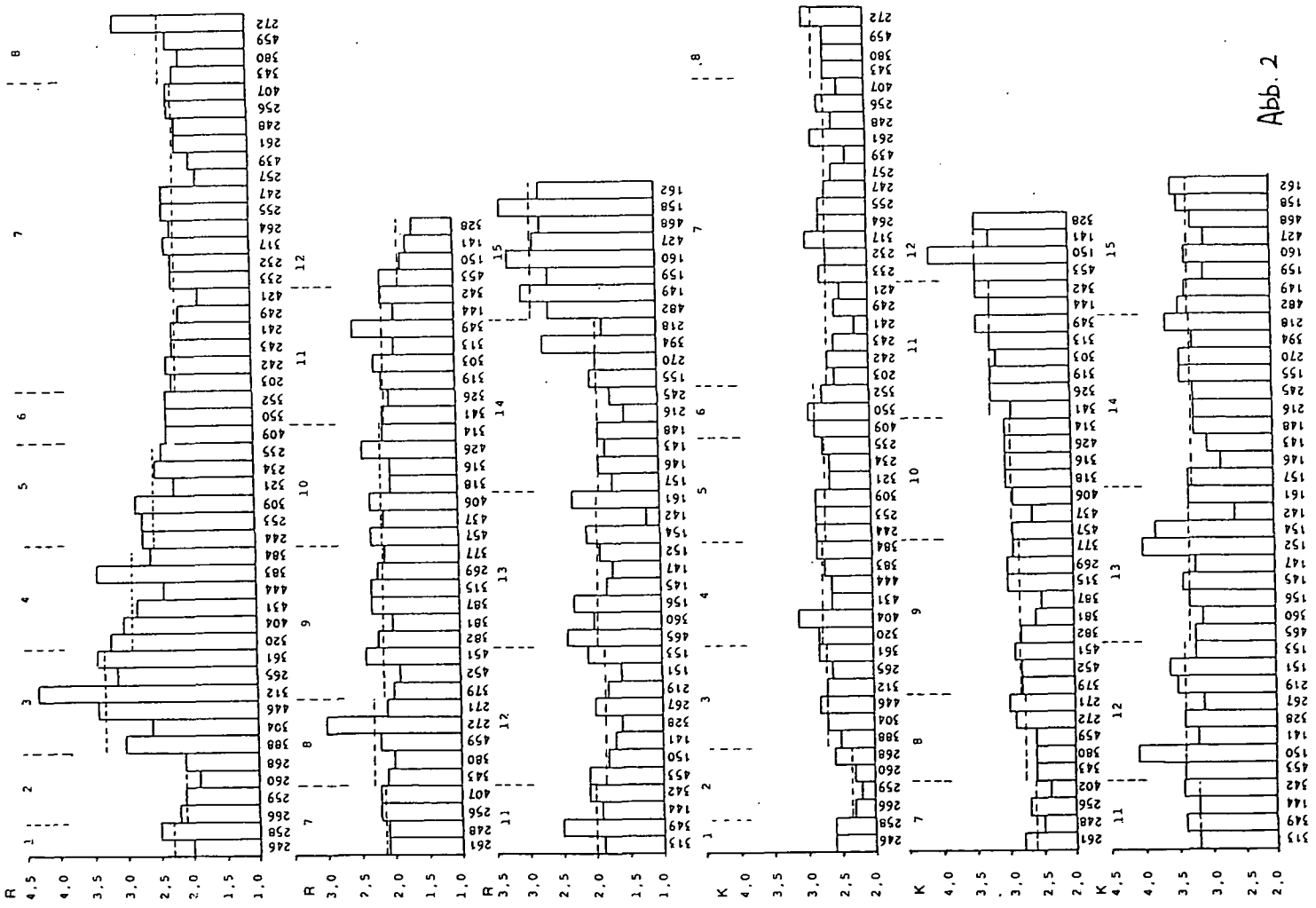


Abb. 2

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Reaktionszahl:

Die niedrigsten Werte treten im Loiseleurietum auf mit 1,2 bei der Aufnahme 142, während die höchsten in den Luzuleten (4,3 Aufnahme 312) zu finden sind. Beide Werte sind als Extremwerte mit streng lokalem Charakter zu verstehen und liegen weit außerhalb der Gesellschaftsmittelwerte. Wie bei allen solchen statistischen Untersuchungen schwanken die Einzelwerte um eine gewisse Mittellage nach beiden Richtungen, wobei der Schwankungsbereich der reinen Silikatgesellschaften gering ist, während Gesellschaften mit erhöhtem pH - Wert eine größere Schwankungsamplitude zeigen. Dennoch lassen sich schon hier einige wesentliche Diskordanzen feststellen: So z.B. zwischen Salicetum herbaceae und Luzuletum alpino - pilosae salicetosum retusae oder zwischen den beiden Subassoziationen des Loiseleurietums. Weiters zeigt sich ein gleichmäßig fallender Verlauf vom typischen Luzuletum über das Curvuletum zum Loiseleurietum.

Kontinentalitätszahl:

Bei der Berechnung der Kontinentalität zeigen sich geringere Schwankungen und im großen und ganzen ein homogeneres Bild, wobei bei den Curvuleten ein leichter Anstieg zu erkennen ist. Auch hier wieder die typische Schwankung um den Mittelwert der Gesellschaftszeigerwerte, wie sie auch bei der Reaktionszahl aufgetreten ist.

Zeigerwerte der Varianten

Faßt man die Zeigerwerte der Einzelaufnahmen zu den Varianten zusammen, so treten die Unterschiede wesentlich deutlicher hervor. Dabei wurde aus den Aufnahmewerten ein Variantenmittelwert berechnet. Die so erhaltenen Diagramme (Abb. 3) zeigen die ökologischen Gradienten von 15 ausgeschiedenen Varianten.

Legende zu den Abbildungen 3 und 4

1: Polytrichetum sexangularis

2: Salicetum herbaceae

3: Luzuletum alpino - pilosae salicetosum retusae Var. Saxifraga aizoides

4: Luzuletum alpino - pilosae salicetosum retusae Var. typ.

5: Luzuletum alpino - pilosae salicetosum retusae Var. Nardus stricta

6: Luzuletum alpino - pilosae typicum Var. typ.

7: Luzuletum alpino - pilosae typicum Var. Deschampsia cespitosa

8: Caricetum curvulae typicum Var. Nardus stricta

9: Caricetum curvulae typicum Var. typ.

10: Caricetum curvulae cetrarietosum Var. typ.

11: Caricetum curvulae cetrarietosum Var. Loiseleuria procumbens

12: Cetrario - Loiseleurietum typicum Var. Carex curvula

13: Cetrario - Loiseleurietum typicum Var. typ.

14: Cetrario - Loiseleurietum typicum Var. Vaccinium myrtillus

15: Cetrario - Loiseleurietum dryadetosum

Abb. 3: Zeigerwerte der Varianten unter Benützung des Deckungswertes. Ordinate: Zeigerwerte, Abszisse: Variantennummer.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Feuchtewert:

Die untersuchten Gesellschaften weisen einen Feuchtewert zwischen 2,56 und 3,38 auf. Eine feuchte, eine frische und eine mäßig trockene Gruppe läßt sich dabei unterscheiden. Zur feuchten zählen die Schneebodengesellschaften (Polytrichetum, Salicetum) sowie das Luzuletum alpino - pilosae salicetosum in der Variante mit Saxifraga aizoides. Eine eher frische Ausbildung weisen die restlichen Luzuleten und das typische Curvuletum auf. Auf mäßig trockenem Substrat stockt das Curvuletum cetrarietosum und das Loiseleurietum, wobei die Subassoziation mit Dryas octopetala schon eher ins Frische reicht.

Reaktionszahl:

Obwohl alle Gesellschaften auf Silikat vorkommen, spiegelt sich jeder Kalkeinfluß, sei er auch nur sehr gering, in der veränderten Reaktionszahl wieder. Insbesondere die Subassoziation mit Salix retusa des Luzuletums und die mit Dryas des Loiseleurietum zeigen diesen Effekt sehr deutlich. Der saure Bereich des typischen Loiseleurietum zeigt einen entsprechend niedrigen Zeigerwert (unter 2).

Nährstoffzahl:

Sämtliche Gesellschaften zeigen eine sehr stark reduzierte Nährstoffversorgung. Einzig die Saxifraga aizoides - Variante des Luzuletum mit Salix retusa hat, bedingt durch den basischen Charakter, eine erhöhte Zahl. Am schlechtesten ist das Loiseleurietum mit Nährstoffen versorgt, was sich in der sehr niedrigen Zahl von 1,8 wiederspiegelt, einzig die Subassoziation mit Dryas schneidet günstiger ab.

Humusgehalt:

Nach dem Humusgehalt lassen sich 3 Gruppen unterscheiden. Eher geringen Humus -, aber starken Mineralbodenanteil zeigt die Variante mit Saxifraga aizoides des Luzuletum mit Salix retusa. Mittlerer Humusgehalt ist beim Schneeboden, beim Luzuletum und auch beim Curvuletum zu finden. Hoher Humusgehalt, meist als Rohhumus, zeigt das Loiseleurietum.

Dispersitätsgrad:

Hier zeigt sich eine ziemliche Übereinstimmung der meisten Gesellschaften, die auf mäßig skeletreichem Substrat stocken. Einzig Teile des Luzuletum alpino - pilosae salicetosum besitzen einen hohen Anteil von Skelettelementen.

Lichtzahl:

Naturgemäß ist der Lichteinfluß bei alpinen Rasengesellschaften ziemlich gleichmäßig, was sich im hohen Anteil von lichtliebenden Arten wiederspiegelt, dennoch sind einige Besonderheiten anzumerken. Die Schneetälchen (Polytrichetum und Salicetum herbaceae) zeigen eine größere Affinität zum Licht als alle anderen Typen. Hingegen finden wir bei der Vaccinium myrtillus Variante des Loiseleurietum eine große Anzahl von Halbschattenzeigern, die daher den Wert stark drücken.

Temperaturzahl:

Grundsätzlich sind alle Einheiten der kühleren alpinen Stufe zuzuordnen. Die Schneetälchen selbst zeigen noch tiefere Werte als der Durchschnitt, was sicherlich auf die alpine Verbreitung zurück-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

zuführen ist. Hingegen weisen die Varianten mit Vaccinium und Dryas des Loiseleurietum erhöhte Temperaturzahlen auf, da sie ja sehr häufig bis in die subalpine Stufe reichen.

Kontinentalitätszahl:

Es lassen sich die mäßig ozeanisch getönten Gesellschaften (Schneetälchen, Luzuleten und typische Curvuleten) von den stärker kontinentalen (Curvuletum cetr., Loiseleurietum) unterscheiden. Sicherlich spielt die schützende Wirkung der Schneedecke mit ihren geringen Temperaturschwankungen dabei eine Rolle.

Zeigerwerte der Varianten unter Berücksichtigung der Stetigkeit (Abb. 4)

Die Zeigerwertberechnung mittels Stetigkeit nimmt weniger Zeit in Anspruch als mittels Deckungswert. Die Ergebnisse entsprechen qualitativ und grob betrachtet denen des Deckungswertes. Im Detail treten viele Gradienten aber nicht oder nur sehr undeutlich hervor, sodaß eine Interpretation oft schwierig wird. Der Nachteil ist sicherlich der Verzicht auf die Daten der Einzelaufnahmen, die sehr zur Festigung des Ergebnisses beitragen. Diese "statistische Unsicherheit" wird bei Verwendung des Deckungswertes vermieden.

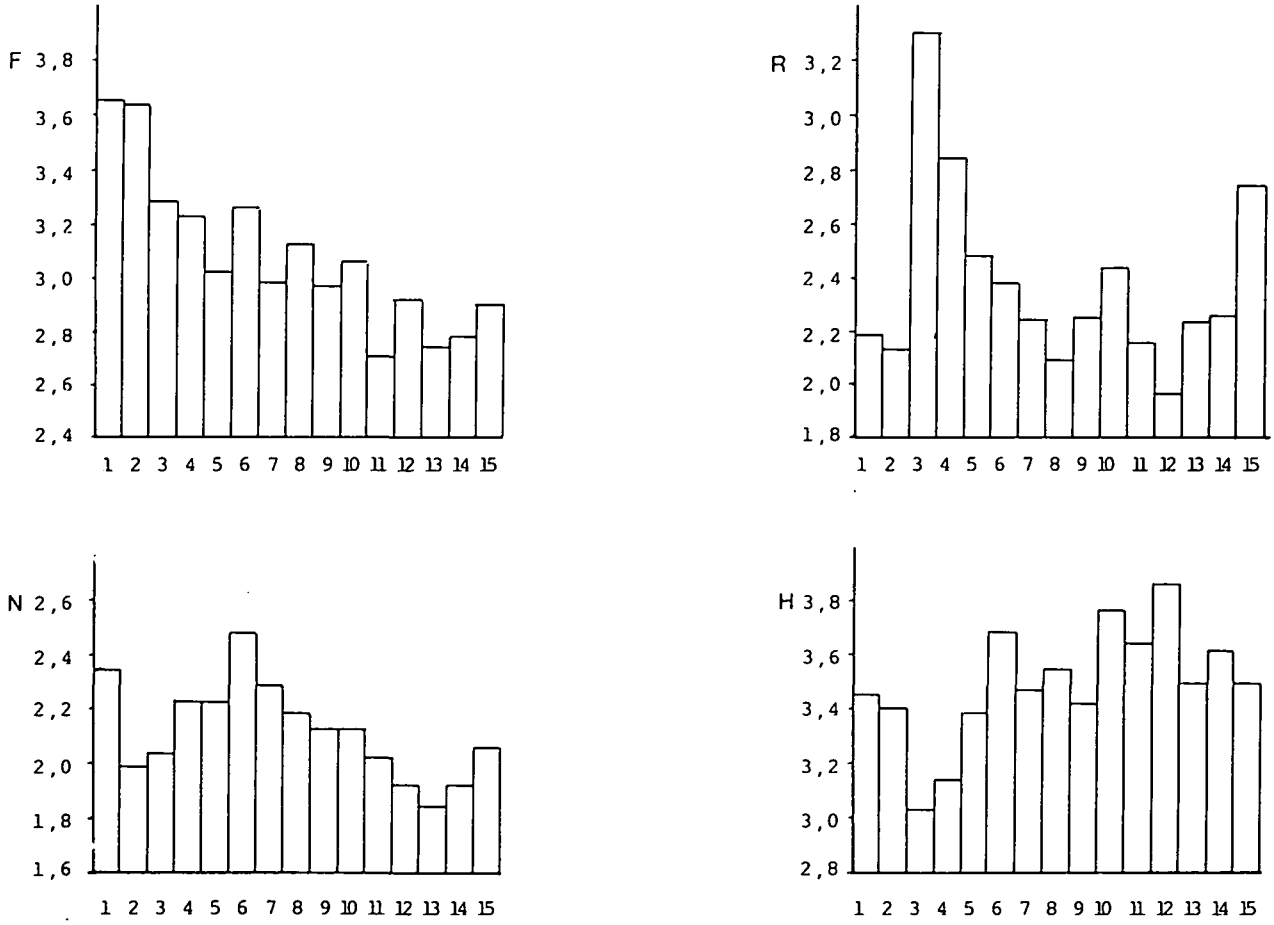
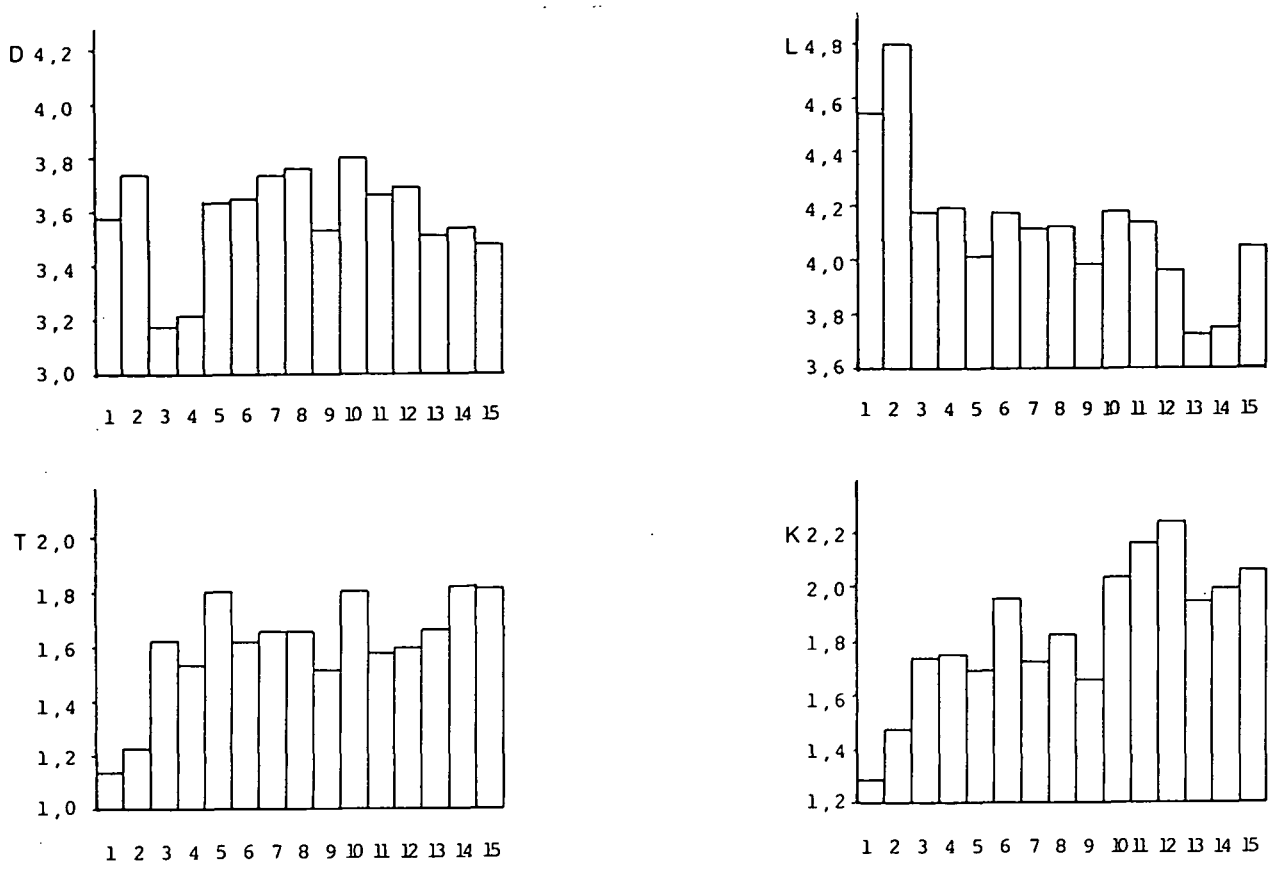


Abb. 4: Zeigerwerte der Varianten unter Benützung der Stetigkeit. Ordinate: Zeigerwerte. Abszisse: Variantennummer.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Zeigerwerte der Subassoziationen (Abb. 5)

In ähnlicher Art wie bei den Varianten wurden auch bei den Subassoziationen die Mittelwerte aus den Varianten berechnet. Naturgemäß kommen die Unterschiede dabei sehr deutlich heraus, gleichzeitig werden aber die Übergangsbereiche nicht berücksichtigt. Dennoch zeigen sich klare ökologische Zeigerwertsgradienten, die auch dem Charakter der Vegetationstabelle entsprechen.

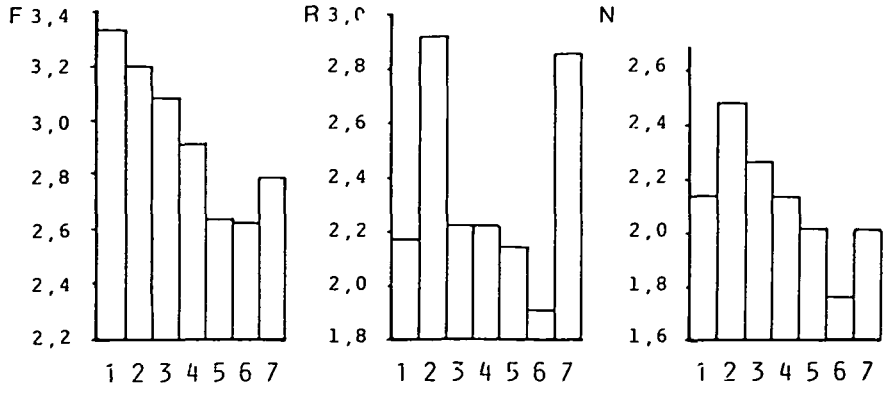
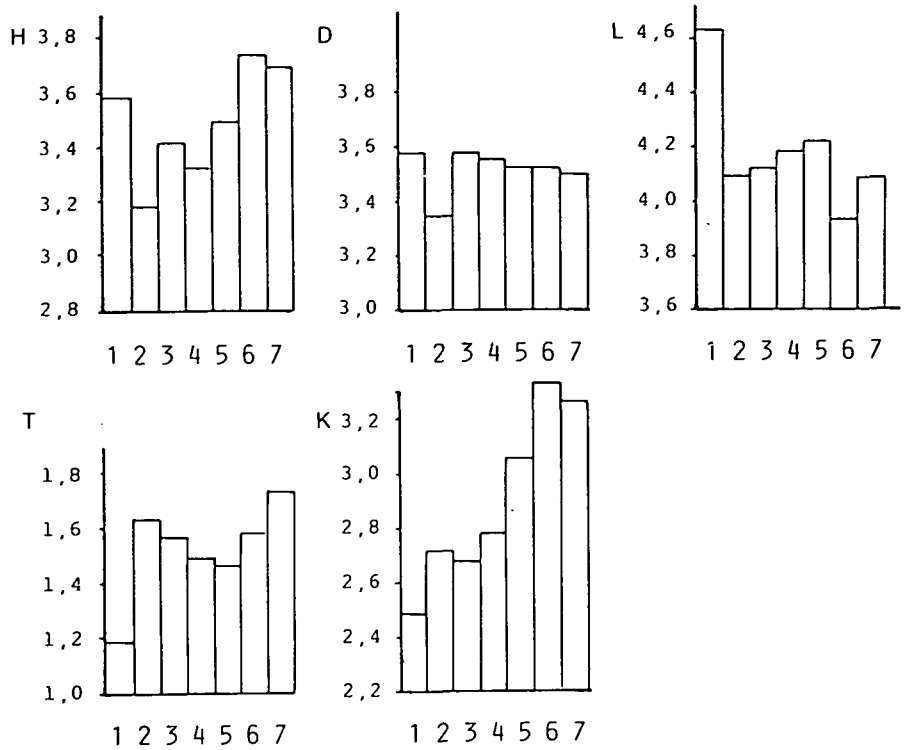


Abb. 5: Zeigerwerte der Subassoziationen.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

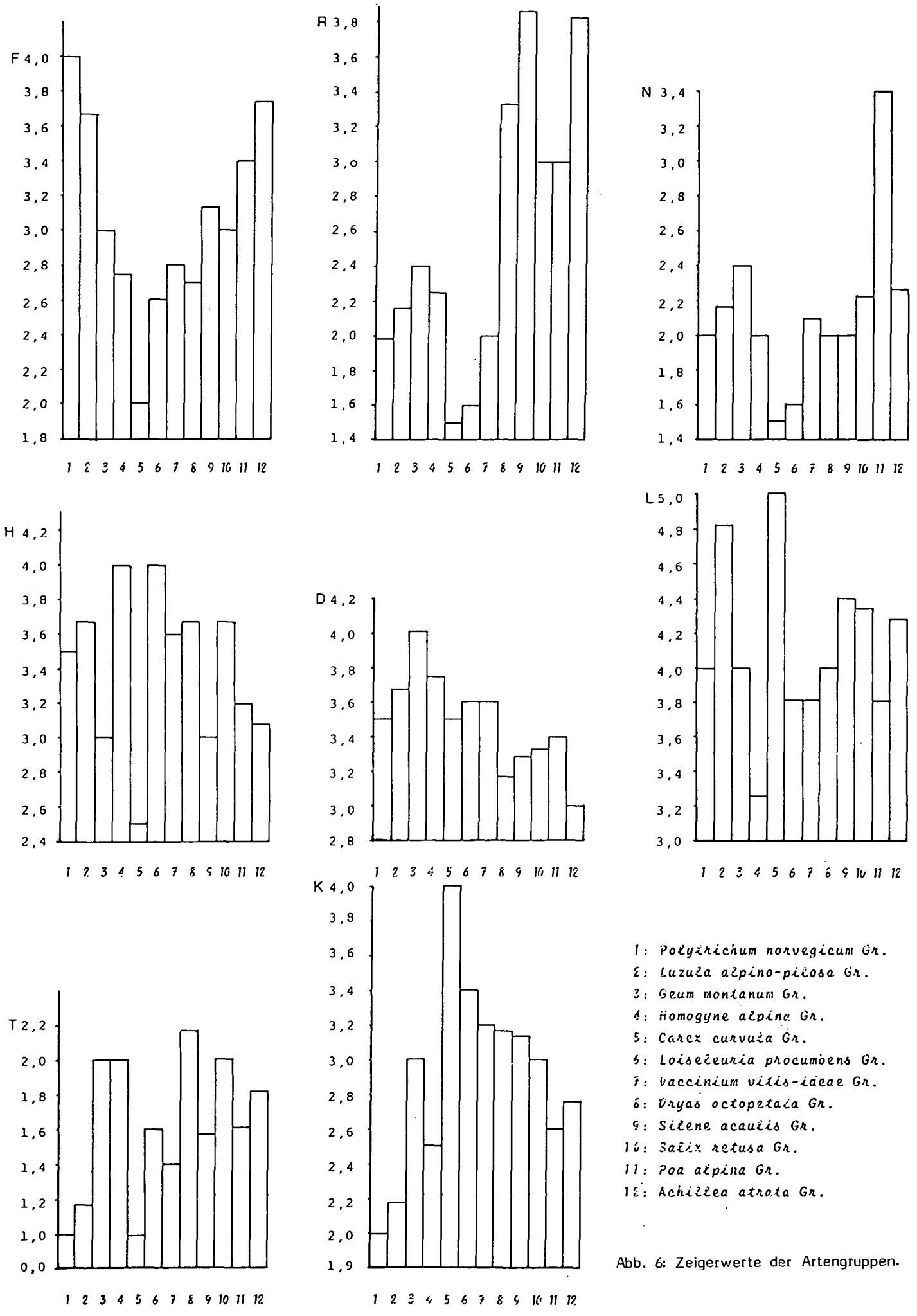


1: POLYTRICHETUM SEXANGULARIS, SALICETUM HERBACEAE
2: LUZULETUM ALPINO-PILOSAE SALICETOSUM RETUSAE
3: LUZULETUM ALPINO-PILOSAE TYPICUM
4: CARICETUM CURVULAE TYPICUM
5: CARICETUM CURVULAE CETRARIETOSUM
6: CETRARIO-LOISELEURIETUM TYPICUM
7: CETRARIO-LOISELEURIETUM DRYADETOSUM

Zeigerwerte der Artengruppen (Abb. 6)

Die in der Tabelle auftretenden Artengruppen, die nur für die Silikatvegetation des Tappenkares Gültigkeit haben, ermöglichen auch eine Auswertung nach Zeigerwerten. Dabei wurden die einzelnen Zeigerwerte der 12 Artengruppen berechnet. Die Diagramme (Abb. 7) zeigen, daß bei jeder dieser Artengruppen innerhalb der einzelnen Zeigerwerte Minima und Maxima auftreten, die sich zu einem einfachen Schema zusammenstellen lassen, und so eine annähernde ökologische Einstufung ermöglichen. Für alle Gruppen lassen sich ein oder mehrere Maxima und Minima angeben, einzig für die Vaccinium vitis - idaea - Gruppe war es nicht möglich, die daher durch eine gewisse Indifferenz herausfällt. So zeigt z.B. die Luzula alpino - pilosa - Gruppe einen hohen Feuchtigkeits- und Lichtwert bei geringem Kontinentalitäts- und Temperaturwert, während sie sich in den restlichen Parametern mehr oder weniger indifferent verhält. Die Carex curvula - Gruppe hingegen zeigt hohe Kontinentalitäts- und Lichtwerte, aber geringe Werte in den anderen Faktoren. Eine besonders hohe Reaktionszahl weisen die folgenden Gruppen mit kalkholden Arten auf: Dryas octopetala Gruppe, Silene acaulis Gruppe, Salix retusa Gruppe und Poa alpina Gruppe.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



1: *Polytrichum norvegicum* Gr.
2: *Luzula alpino-pilosa* Gr.
3: *Geum montanum* Gr.
4: *Homogyne alpina* Gr.
5: *Carex curvula* Gr.
6: *Loiseleuria procumbens* Gr.
7: *Vaccinium vitis-idaea* Gr.
8: *Dryas octopetala* Gr.
9: *Silene acaulis* Gr.
10: *Salix retusa* Gr.
11: *Poa alpina* Gr.
12: *Achillea atrata* Gr.

Abb. 6: Zeigerwerte der Artengruppen.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

ZEIGERWERT / ARTENGRUPPE	F	R	N	H	D	L	T	K	
Polytrichum norv.	+						–	–	1
Luzula alpino-p.	+					+	–	–	2
Geum montanum				–	+				3
Homogyne alpina				+		–			4
Carex curvula	–	–	–	–		+	–	+	5
Loiseleuria pr.		–	–	+					6
Vaccinium vitis-i.									7
Dryas octopetala		+			–		+		8
Silene acaulis		+		–					9
Salix retusa		+							10
Poa alpina		+	+						11
Achillea atrata	+			+	–				12

Abb. 7: Maxima und Minima der Artengruppenzeigerwerte.

+ Maxima

- Minima

4.5. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die Zeigerwerte bieten eine Möglichkeit der numerischen Klassifikation des ökologischen Verhaltens, wobei die einzelnen Werte reine Erfahrungswerte sind mit späterer Bestätigung. Wenn auch die ökologische Charakterisierung der Arten nach dieser Methode bei vielen Zweifel hervorruft, so wurde die ökologischse Amplitude bei einer Anzahl der Arten experimentell untersucht. Dennoch bleiben viele Fragen des ökologischen Verhaltens offen, die hoffentlich in der nächsten Zeit aufgeklärt werden können. Trotz der vielen Unsicherheiten ergibt die Auswertung einer Gesellschaftstabelle Aufschluß über den ökologischen Stellenwert, in denen die Arten mit ihrer teilweisen unsicheren Einschätzung mit statistischen Methoden zu einem Ganzen zusammengefaßt werden. Größere Probleme bei der Auswertung macht die nur regionale Bedeutung der Zeigerwerte, da ja viele Arten sich innerhalb ihres Gesamtareales unterschiedlich verhalten, oder von ihren Kleinarten noch zuwenig ökologische Erfahrungswerte vorliegen, wobei sicherlich dieser ökologisch - geographischen Sippendifferenzierung wesentlich mehr Beachtung geschenkt werden muß. Die Charakterisierung der Gesellschaft (Variante, Subassoziation etc.) mittels Zeigerwerten zeigt aber

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

auch die Gliederungsprinzipien der soziologischen Tabelle (z.B. primär: feucht - trocken, sekundär: sauer - basisch) und bietet Anhaltspunkte für ökologische Interpretationen. Auch die Anwendung der Zeigerwerte bei den Artengruppen, wenn auch über deren Verwendung diskutiert werden kann, festigt deren ökologische Aussagekraft. Die in der Tabelle auftretenden und mittels Zeigerwerten definierten Gesellschaften bedürfen jetzt intensiver Geländeuntersuchungen, um die Brauchbarkeit der Werte zu untermauern. Dazu dienen z.B. Klima- und Bodenuntersuchungen des Bestandes. Abb. 8 zeigt einen Vergleich von Bodenanalysen (nach Peer 1980) und berechneten Zeigerwerten von 3 Gesellschaften. Wenn auch quantitative Unterschiede zu erkennen sind, so zeigen sich doch bestimmte qualitative Ähnlichkeiten, die die Zeigerwerte bestätigen. Die kleineren Unterschiede sind aber sicherlich zum größten Teil darauf zurückzuführen, daß die Probenentnahme unabhängig von der soziologischen Aufnahme und teilweise auch an anderen Stellen erfolgte.

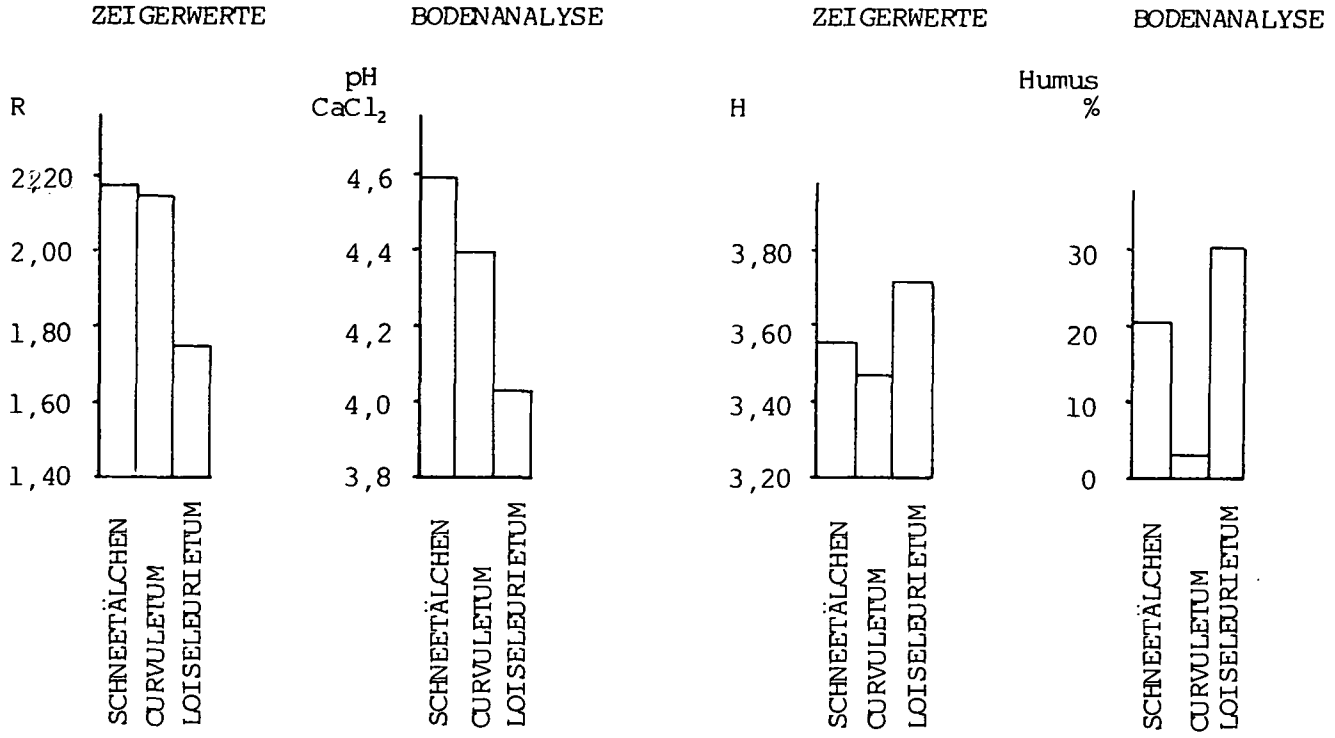


Abb. 8: Vergleich zwischen berechneten Zeigerwerten und Analysen (Analysen nach Peer 1980).

5. ZUSAMMENFASSUNG

Im Gebiet des Tappenkars wurde an der Silikatvegetation der alpinen Stufe die Anwendung der Zeigerwerte untersucht. Das Untersuchungsgebiet liegt in Höhen zwischen 1 900 und 2 400 msm und zeigt viele Vegetationstypen der alpinen Stufe. Neben den reinen Schneetälchen (Polytricheten, Salicetum herbaceae) treten vor allem Luzuletum alpino - pilosae Gesellschaften (sauer und basisch), Curvuleten und Loiseleurieten auf, die eingehend untersucht wurden. Anschließend wurde die Vegetationstabelle zur Berechnung der Zeigerwerte nach Landolt herangezogen, und die Verwendung dieser Zeigerwerte kritisch durchleuchtet. Es wurden sowohl die Einzelaufnahmen, als auch die Zeiger-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

werte von Varianten und Subassoziationen verglichen. Abschließend wurde versucht, mittels ökologischer Definition von Artengruppen die Tabelle genauer zu charakterisieren. Ein Vergleich zwischen Zeigerwerten und Bodenuntersuchungen läßt die Brauchbarkeit der Zeigerwerte - bei Beachtung bestimmter Probleme - erkennen.

6. LITERATUR

Braun, J., 1913: Die Vegetationsverhältnisse der Schneestufe in den Rätisch - Lepontischen Alpen. Neue Denkschr. Schwz. Naturf. Ges. 48: 348

Braun - Blanquet, J., 1948/50: Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätiens. Vegetatio 1: S.29-41, 129 - 146, 285 - 316; 2: S. 20 - 37, 214 - 237, 341 - 360.

- 1969: Die Pflanzengesellschaften der Rätischen Alpen im Rahmen ihrer Gesamtverbreitung. I. Teil. Chur, Bischofsberg u. Co. (1969) : 100

- und Jenny, H., 1926: Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. Denkschr. d. Schw. Naturf. Ges. 63/2: S. 162 - 349.

Brockmann - Jerosch, H., 1907: Die Pflanzengesellschaften der Schweizer Alpen. I. Teil: Die Flora des Puschlav (Bezirk Bernina, Kanton Graubünden) und ihre Pflanzengesellschaften. Engelmann, Leipzig. 438 S., 1 Karte.

Ehrendorfer, F. (ed.), 1973: Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl., G. Fischer Verlag, Stuttgart. 318 S.

Ellenberg, H., 1950: Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie I: Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden. Stuttgart/Ludwigsburg, Ulmer. 141 S.

- 1952: Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie II: Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. Stuttgart/Ludwigsburg, Ulmer. 143 S.

- 1954: Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie III: Naturgemäße Anbauplanung, Melioration und Landespflege. Stuttgart/Ludwigsburg, Ulmer. 109 S.

- 1974: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica 9. 97 S.

- 1978: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. Ulmer, Stuttgart, 2. Auflage. 982 S.

- 1979: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. verb. u. erw. Auflage. Scripta Geobotanica 9. 122 S.

Exner, Ch., 1956: Geologische Karte von Gastein 1 : 50 000. Geol. BA Wien.

- 1957: Erläuterungen zur geologischen Karte von Gastein 1 : 50 000. Geol. BA Wien 168 S

Heiselmayer, P., 1982: Die Pflanzengesellschaften des Tappenkars (Radstädter Tauern). Stapfia 10: 161 - 202.

Hydrographischer Dienst in Österreich, 1973: Die Niederschläge, Luft- und Wassertemperaturen in Österreich im Zeitraum 1961 - 1970. Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien :364 S

Jenny - Lips, H., 1930: Vegetationsbedingungen und Pflanzengesellschaften auf Felsschutt. Beih. Bot. Zentralbl. 46: S. 119 - 296.

Landolt, E., 1977: Ökologischse Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff.Geob.Inst.ETH Zürich 68 :297 S

Lüdi, W., 1921: Die Pflanzengesellschaften des Lauterbrunnentales und ihre Sukzession. Beitr. Geobot. Landesaufn. 9:364 S

Oberdorfer, E., 1950: Beiträge zur Vegetationskunde des Allgäu. Beitr. nat.kdl. Forschung in SW-Deutschland, Bd. IX: 29 - 98.

- 1957: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Pflanzensoziol. Jena, 10 :564 S

- 1959: Borstgras - und Krummseggenrasen in den Alpen. Beitr. z. nat.kdl. Forschung in SW- Deutschland, Bd. XVIII: 117 - 143.

- 1970: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. 3. Aufl., Ulmer :987 S

- 1977/78: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. 2. Aufl., Teil I:311 S, Teil II:355 S

Pallmann, H., u. P. Haffter, 1933: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Oberengadin. Ber. Schweizer Bot. Ges. 42:466 S

Peer, T., 1980: Untersuchungen über den Nährstoffhaushalt in den Almböden des Tappenkars. (Salzburg). Verh. d. Zool.Bot. Gesellschaft in Österreich 118/119: 74 - 85.

Rübel, E., 1912: Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. Engler's Bot.Jb. 47.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Seefeldner, E., 1961: Salzburg und seine Landschaften. Eine geographische Landeskunde. Salzburg/ Stuttgart :573 S

Spatz, G., Pletl, L., u. Mangstl, A., 1979: Programm DESYN zur ökologischen und synsytematischen Auswertung von Pflanzenbestandsaufnahmen. In: Ellenberg, H.: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl. Scripta Geobotanica 9: 29 - 38.

Wagner, H., 1954: Der Morrandbürstlingrasen, eine räumlich - ökologische Kontaktgesellschaft. Angewandte Pflanzensoziologie, Festschrift Aichinger Bd. 1: S. 674 - 683.

- 1965: Die Pflanzendecke der Komperdellalm in Tirol. Docum. Carte Végét. Alpes (Grenoble) 3: S. 7 - 59.

Zollitsch, B., 1966: Soziologische und ökologische Untersuchungen auf Kalkschiefern in hochalpinen Gebieten Teil 1. Ber. Bayer. Bot. Ges. 40: S. 67 - 104.

Zolyómi, B., Baráth, Z., Fekete, G., Jakucs, P., Kárpáti, I., Kárpáti, V., Kovács, M., Máté, I., 1967: Einreihung von 1 400 Arten der ungarischen Flora in ökologische Gruppen nach TWR - Zahlen. Fragmenta Bot. Mus. Hist. Nat. Hung. 4: 101 - 142.

WEITERE IN DEN AUFNAHMEN VORKOMMENDE ARTEN

141: Crepis aurea, Achillea clavenae.
143: Juniperus nana.
144: Carex nigra, Achillea clavenae, Pleurozium schreberi, Arabis corymbiflora, Carex brunnescens.
145: Carex nigra, Saxifraga caesia.
146: Solidago virgaurea.
148: Carex nigra.
153: Cetraria ericetorum, Carex canescens, Picea excelsior.
154: Cetraria ericetorum.
155: Calluna vulgaris, Leontodon hispidus, Cetraria ericetorum.
156: Calluna vulgaris, Cetraria ericetorum.
158: Festuca pulchella, Gentiana verna, Hedysarum hedysaroides, Carex capillaris, Luzula multiflora, Oxytropis montana, Salix serpyllifolia, Arctostaphylos alpina, Abietinella abietana.
159: Veronica alpina, Abietinella abietana, Rhytidiadelphus triqueter.
160: Galium pumilum, Gentiana clusii, Campanula cochleariifolia, Tofieldia calyculata, Alnus viridis, Pyrola minor, Rhododendron hirsutum, Sempervivum montanum.
161: Astragalus helveticus, Picea excelsa.
162: Anthyllis vulneraria, Tofieldia calyculata, Saxifraga caesia.
149: Galium pumilum, Coeloglossum viride, Cerastium cerastioides, Gentiana clusii, Campanula cochleariifolia, Veronica alpina, Arctostaphylos alpina, Carex atrata, Piguicula alpina.
203: Sibbaldia procumbens, Agrostis alpina.
219: Calluna vulgaris.
232: Gentiana punctata, Dicranum sp., Polytrichum juniperinum, Diplophyllum albicans.
233: Polytrichum juniperinum.
234: Cerastium fontanum, Gentiana acaulis, Crepis aurea, Luzula multiflora, Sagina saginoides, Viola biflora, Polytrichum juniperinum.
235: Gentiana acaulis, Luzula multiflora, Soldanella alpina, Polytrichum juniperinum.
241: Soldanella alpina, Diphasium alpinum.
243: Sibbaldia procumbens, Diphasium alpinum.
244: Galium pumilum, Coeloglossum viride, Carex parviflora, Sibbaldia procumbens, Gentiana nivalis, Taraxacum alpinum, Trifolium thallii, Polytrichum juniperinum.
247: Dicranum scoparium, Polytrichum juniperinum.
248: Polytrichum juniperinum.
249: Gentiana acaulis, Polytrichum juniperinum.
253: Carex ferruginea, Gentiana punctata, Galium pumilum, Coeloglossum viride, Crepis aurea, Cerastium cerastioides, Leontodon hispidus, Viola biflora, Polygala alpestris, Polytrichum juniperinum, Pinguicula alpina.
255: Carex nigra, Polytrichum juniperinum.
256: Juncus filiformis, Parnassia palustris, Polytrichum juniperinum.
257: Dicranum sp., Polytrichum juniperinum.
258: Dicranum scoparium.
259: Bryum sp., Dicranum sp.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

260: Juncus filiformis, Dicranum sp.
261: Polygala alpestris.
264: Carex parviflora, Polytrichum juniperinum, Dicranum sp.
265: Carex parviflora, Linaria alpina, Minuartia gerardi, Oxyria digyna, Veronica lapina, Saxifraga moschata.
267: Carex nigra.
268: Cerastium cerastioides, Dicranum sp.
269: Festuca pseudodura.
270: Picea excelsa, Diphasium alpinum, Carex canescens, Arnica montana.
271: Polytrichum juniperinum.
303: Cetraria ericetorum, Festuca pseudodura.
304: Saxifraga bryoides.
309: Gentiana punctata, Veratrum album.
312: Epilobium alpestre, Geum reptans, Oxyria digyna.
313: Cetraria ericetorum.
314: Sagina saginoides.
316: Cladonia pleurota.
319: Phyteuma nanum.
320: Carex ferruginea, Gentiana verna, Oxytropis montana, Phyteuma nanum, Soldanella alpina, Saxifraga paniculata, Salix serpyllifolia, Viola biflora.
321: Festuca pseudodura, Gentiana punctata, Sibbaldia procumbens.
328: Cetraria ericetorum, Alectoria ochroleuca.
341: Gentiana punctata, Diphasium alpinum, Carex nigra.
342: Carex nigra.
343: Gentiana punctata, Gentiana acaulis, Luzula multiflora.
349: Cetraria ericetorum, Festuca pseudodura, Galium pumilum, Coeloglossum viride, Hedysarum hedysaroides, Luzula multiflora, Nigritella nigra, Minuartia sedoides, Salix serpyllifolia, Lloydia serotina, Silene excapa.
350: Cerastium fontanum, Gentiana punctata, Solorina crocea.
356: Cladonia gracilis.
360: Cetraria ericetorum, Festuca pseudodura, Cladonia gracilis.
361: Anthyllis vulneraria, Carex ferruginea, Festuca pulchella, Hedysarum hedysaroides, Petasites paradoxus, Salix serpyllifolia, Salix waldsteiniana, Saxifraga bryoides, Pinguicula alpina, Thesium pyrenaicum.
377: Carex nigra.
379: Sibbaldia procumbens.
380: Festuca pseudodura.
381: Athyrium distentifolium.
382: Sibbaldia procumbens.
383: Geum reptans, Oxyria digyna, Phyteuma nanum, Rhodiola rosea, Sibbaldia procumbens, Salix serpyllifolia, Viola biflora, Saxifraga oppositifolia, Sedum alpinum, Arabis pumila, Ranunculus glacialis, Silene excapa.
384: Campanula cochleariifolia, Geum reptans, Minuartia sedoides, Oxyria digyna, Phyteuma nanum, Rhodiola rosea, Viola biflora, Saxifraga oppositifolia, Saxifraga bryoides, Sedum alpinum, Saxifraga aphylla, Saxifraga moschata, Solorina bispora, Sterercaulon alpinum.
388: Epilobium alpestre, Rhodiola rosea, Rumex nivalis, Rumex alpestris.
394: Anthyllis vulneraria, Calluna vulgaris, Festuca pseudodura, Gentiana acaulis, Helianthemum grandiflorum, Larix decidua, Leontodon hispidus, Nigritella nigra, Minuartia gerardi, Tofieldia calyculata, Salix waldsteiniana, Petasites paradoxus, Saxifraga caesia.
404: Cerastium fontanum, Leontodon hispidus, Soldanella alpina.
409: Cerastium fontanum, Taraxacum alpinum.
426: Helianthemum grandiflorum, Luzula multiflora, Phyteuma nanum, Soldanella alpina.
427: Anthyllis vulneraria, Calluna vulgaris, Cladonia gracilis, Gentiana verna, Gentiana acaulis, Hedysarum hedysaroides, Oxytropis montana, Saxifraga paniculata, Tofieldia calyculata, Achillea clavenae, Alnus viridis, Sempervivum montanum, Arctostaphylos alpinus, Piguicula alpina.
431: Epilobium alpestre.
437: Calluna vulgaris, Carex nigra, Cerastium cerastioides.
439: Poa supina.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

444: Epilobium alpestre, Cerastium cerastioides, Linaria alpina, Minuartia gerardi, Rhodiola rosea, Veronica alpina, Silene pusilla, Parnassia palustris, Rumex nivalis.
451: Gentiana acaulis, Viola biflora, Saxifraga bryoides, Sedum alpinum.
452: Geum reptans, Peltigera canina, Athyrium distentifolium, Cladonia bellidifolia, Peltigera aphtosa.
453: Cetraria ericetorum, Cladonia gracilis.
457: Crepis aurea, Veratrum album.
459: Cerastium cerastioides, Juncus filiformis, Phyteuma orbiculare, Polytrichum juniperinum, Poa supina.
465: Calluna vulgaris, Gentiana verna, Hedysarum hedysaroides, Larix decidua, Luzula multiflora.
468: Cladonia gracilis, Salix waldsteiniana, Saxifraga oppositifolia, Saxifraga caesia, Carex atrata, Pinguicula alpina.
482: Gentiana verna, Gentiana acaulis, Coeloglossum viride, Larix decidua, Luzula multiflora, Nigritella nigra, Saxifraga paniculata, Salix serpyllifolia, Gentiana nivalis.

Anschrift des Verfassers:

UNIV. DOZ. DR. PAUL HEISELMAYER
Institut für Botanik
Universität Salzburg
Freisaalweg 16
A - 5020 Salzburg

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab.1: Silikatgesellschaften des Tappenkars.

| ARTENGRUPPENNUMMER | ASSOZIATION | POLYTR. NORWEG. | SALICETUM HERBACEAE | LUZULETUM ALPINO-PILOSAE | | |